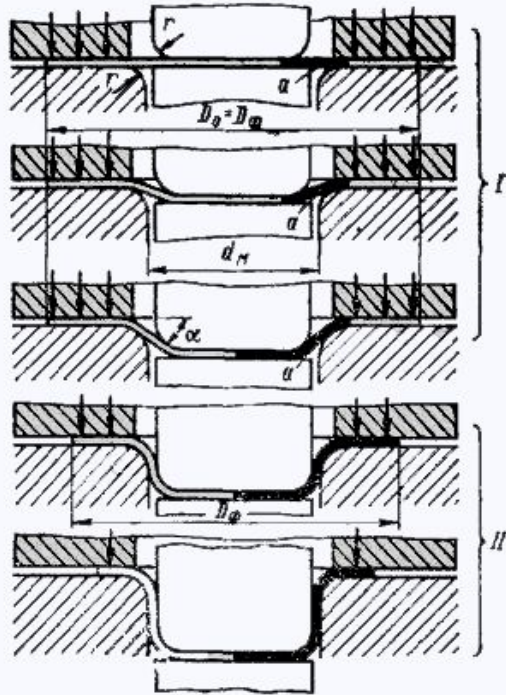


# Исследование процесса вытяжки деталей ч.1



**Вытяжка** – образование полого изделия из плоской или полый заготовки. Вырубленную заготовку диаметром  $D_3$  и толщиной  $S$  укладывают на плоскость матрицы 3. Пуансон 1 надавливает на заготовку и она, смещаясь в отверстие матрицы, образует стенки вытянутой детали диаметром  $d$ .

Формоизменение при вытяжке оценивают коэффициентом вытяжки  $k_v = D_3 / d$ , который в зависимости от механических характеристик металла и условий вытяжки не должен превышать 2,1.

При  $D_3 - d > (18..20)S$ , возможны потеря устойчивости фланца и образование складок при вытяжке. Их предотвращают прижимом 2 фланца заготовки к матрице с определенным усилием  $P_{пр}$ .

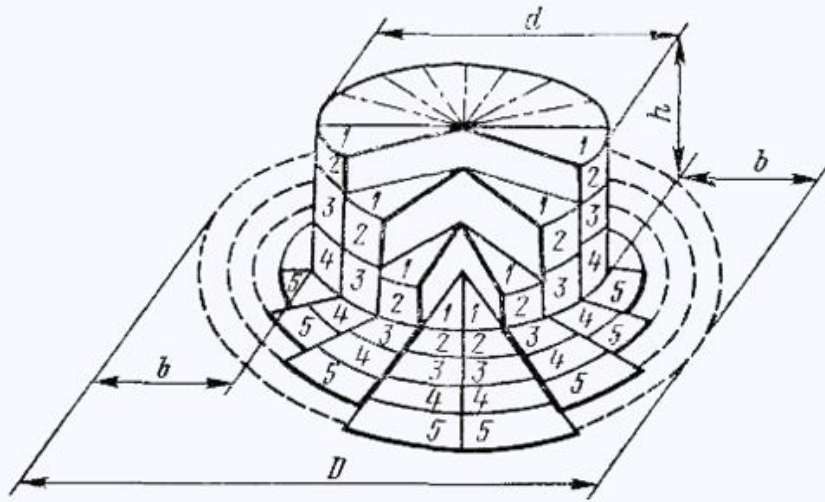
Высокие детали малого диаметра получают за несколько операций вытяжки с постепенным уменьшением диаметра  $D$  полуфабриката и увеличением его высоты (рис., позиция в). При последующих переходах для предотвращения разрушения металла принимают:

Промежуточный рекристаллизационный отжиг для устранения наклепа позволяет увеличить  $k_v$  до 1,4...1,6.

Опасность разрушения заготовок устраняют применением смазочных материалов для уменьшения сил трения между поверхностями заготовок и инструмента.

При вытяжке зазор между матрицей и пуансоном составляет  $(1..1.3)S$ .

# Исследование процесса вытяжки деталей ч.2



Вытяжка представляет собой процесс превращения плоской заготовки в полуоде деталь любой формы (или дальнейшее изменение ее размеров) и производится на вытяжных штампах.

На рис. 79 приведена схема вытяжки цилиндрической детали из плоской заготовки и последовательность перемещения металла в процессе вытяжки. Последнее характеризуется уменьшением наружного диаметра фланца и перемещением элементов заготовки (1—5) по мере увеличения глубины вытяжки.

При вытяжке кольцевая часть заготовки ( $D - d$ ) превращается в цилиндр диаметром  $d$  и высотой  $h$ . Так как объем металла при вытяжке не изменяется, то при полной вытяжке цилиндра высота детали  $h$  больше ширины кольцевой части  $b$  и составляет

$$h = b \frac{D+d}{2d} = b \frac{K+1}{2},$$

где  $K = D/d$  — степень вытяжки. При  $K = 2$ ,  $h = 1,5b$ .

Следовательно, вытяжка происходит за счет пластической деформации, сопровождаемой смещением значительного объема металла в высоту. При большой степени деформации, что соответствует глубокой вытяжке, и при небольшой толщине материала смещенный объем является причиной образования гофров (волн) на деформируемой заготовке. При малой степени деформации и при относительно большой толщине материала гофрообразование не происходит, так как в этом случае смещенный объем металла невелик, а заготовка устойчива.

Для предотвращения образования гофров и складок при вытяжке применяется прижим заготовки складкодержателем.

# Исследование процесса вытяжки деталей ч.3

Вытяжкой изготавливается большое количество полых деталей самой разнообразной формы, отличающихся друг от друга как очертанием в плане, так и формой боковых стенок.

По геометрической форме все полые детали могут быть разделены на три группы:

- 1) осесимметричной формы (тела вращения);
- 2) коробчатой формы;
- 3) сложной несимметричной формы.

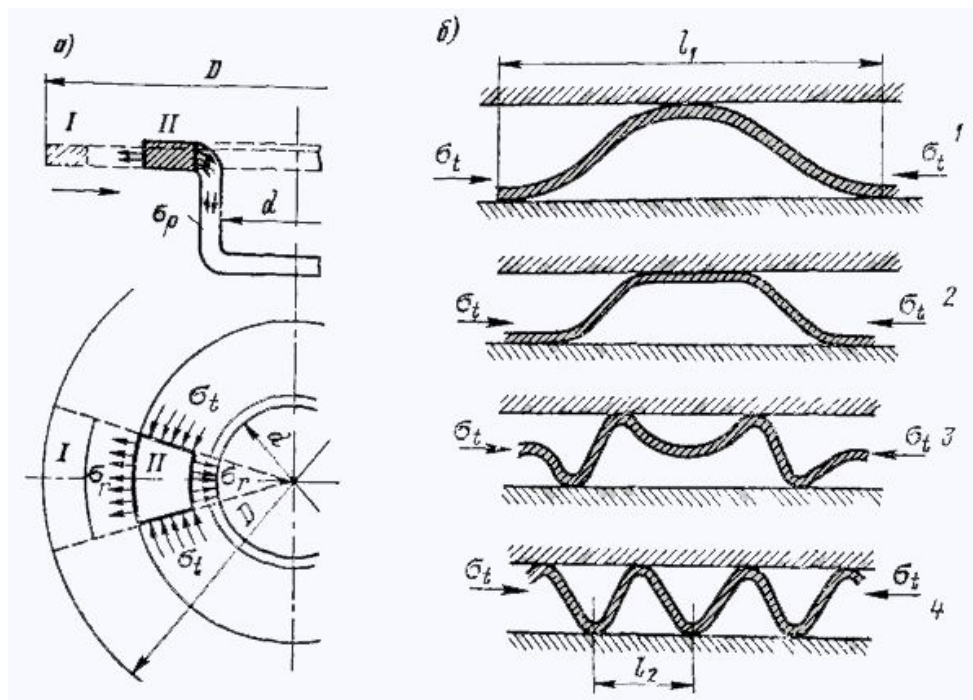
Каждая из групп подразделяется на несколько разновидностей. Например, тела вращения по форме образующей могут быть цилиндрическими, коническими, криволинейными, ступенчатыми, выпукловогнутыми. Построение технологического процесса и технологические расчеты для них различны.

Установлено, что процесс глубокой вытяжки с прижимом начинается не с пластической деформации фланца заготовки, а с предшествующей ей начальной стадии процесса, заключающейся в местной пластической деформации кольцевой незажатой части заготовки.

# Исследование процесса вытяжки деталей ч.4

В начальной стадии процесса глубокой вытяжки возникает значительное утонение свободного участка которое в процессе дальнейшей деформации превращается в опасное сечение

Во второй стадии вытяжки имеет место сложная пластическая деформация, в процессе которой элемент плоской заготовки / (рис. а) изменяет свои размеры (удлинняется в радиальном и укорачивается в тангенциальном направлении) и занимает положение //, а затем подвергается изгибу и превращается в элемент боковой поверхности полого изделия.



# Исследование процесса вытяжки деталей ч.5

Условие пластичности деформируемого фланца, определяющее момент перехода его в пластичное состояние, выражается уравнением (с учетом знаков напряжений)  $\sigma_r + \sigma_t = 1,15 \sigma_T$ .

Вначале для элемента заготовки /, находящегося вблизи наружного края фланца (рис. 81, а), наибольшей является деформация тангенциального сжатия, средней — деформация удлинения в радиальном направлении, а наименьшей — утолщение металла.

В результате деформации тангенциального сжатия при вытяжке тонкого материала легко возникает потеря устойчивости фланца, благодаря чему на нем образуются гофры. В толстом материале, при тех же размерах заготовки и изделия, возникновение гофров затруднено благодаря большей устойчивости фланца заготовки.

При перемещении элемента к вытяжному ребру матрицы наибольшей становится деформация радиального удлинения, так как тангенциальное сжатие постепенно уменьшается. При переходе элемента через вытяжное ребро матрицы эта деформация элемента усложняется появлением дополнительной деформации пространственного изгиба. После этого элемент заготовки переходит в криволинейно вертикальную стенку и претерпевает небольшое осевое удлинение вдоль образующей, при утонении материала.

Дно изделия подвергается небольшому плоскому удлинению (1—3%) и утонению (2—5%), которыми в большинстве случаев практически можно пренебречь.

Произведенные опыты показывают, что деформация цилиндрических стенок в зазоре и у донного закругления продолжается на протяжении всего рабочего хода и сопровождается непрерывным уменьшением толщины материала

На рис , б (Исследование процесса вытяжки деталей ч.4) приведена схема образования гофров (волн) по краю вытягиваемого фланца.

# Исследование процесса вытяжки деталей ч.6

Схемы напряженно-деформированного состояния в разных участках изделия при обычной вытяжке с прижимом (складкодержателем).

Для наглядного представления о характере деформации и возможности определения ее величины на отдельных участках применяют метод нанесения на заготовку прямоугольной или радиально-кольцевой координатной сетки, а затем изучают ее искажение при вытяжке. Измерения искаженной сетки показывают, что в первой операции вытяжки деформация тангенциального сжатия превосходит деформацию радиального растяжения.

При вытяжке происходит изменение толщины стенок деталей. В случае вытяжки цилиндрических деталей без фланца наибольшее утонение составляет 10—18%, а утолщение у края 20—30% от толщины материала. Толщина материала в месте перехода от дна к стенкам уменьшается с увеличением степени деформации, относительной толщины заготовки  $S/D$ , пластичности металла, количества операций вытяжки и с уменьшением радиусов закругления пуансона и матрицы.

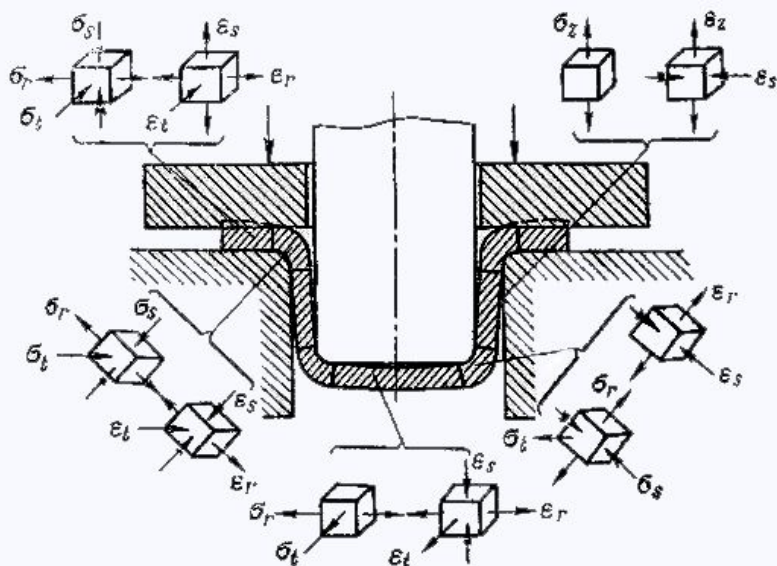
Приблизительная толщина края определяется из следующих зависимостей:

для деталей без фланца ;  $S' = S\sqrt{D/d}$

для деталей с фланцем ,  $S' = S\sqrt{D/D_\phi}$

где  $S'$ ,  $S$  — толщина края детали и заготовки, мм;  $D$ ,  $d$  — диаметр заготовки и вытяжки, мм;

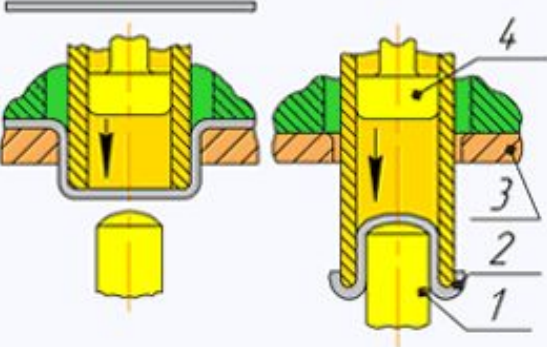
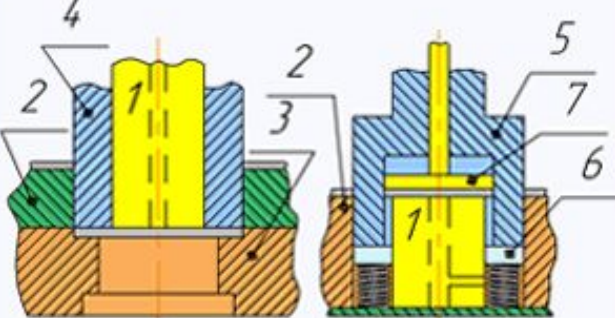
$D_\phi$  — диаметр фланца, мм.



# Слайд № \_\_ Способы вытяжки ч.1

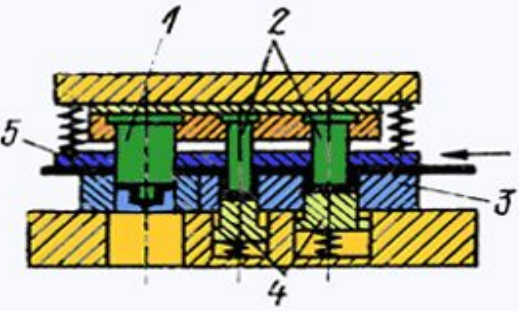
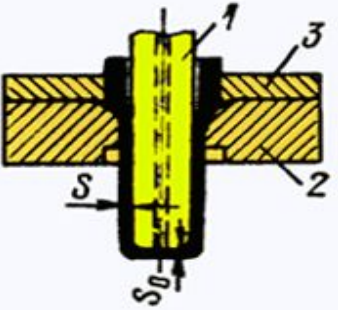
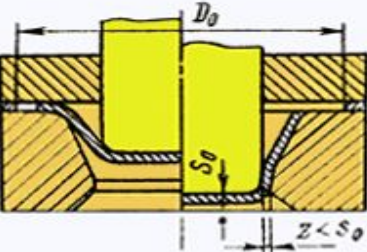
Способ вытяжки	Схема вытяжки	Обозначение	Область применения
<p>Вытяжка без прижима заготовки</p>	<p>1-я вытяжка      2-я и последующая вытяжка</p>	<p>1 – вытяжной пуансон; 2 – вытяжная матрица; 3 – заготовка</p>	<p>Неглубокая вытяжка из тонкого материала и глубокая при сравнительно большей толщине материала. Для первой вытяжки при <math>S = (0,01 \div 0,03)D</math> и <math>d_1 = (0,60 \div 0,80)D</math>. Для второй вытяжки при <math>S = (0,014 \div 0,03)D</math> и <math>d_2 = (0,78 \div 0,90)d_1</math>. Большому значению <math>S</math> соответствует меньшее значение.</p>
<p>Вытяжка с прижимом заготовки</p>	<p>1-я вытяжка      2-я и последующая вытяжка</p>	<p>1 – вытяжной пуансон; 2 – прижим (складкодержатель); 3 – вытяжная матрица</p>	<p>Глубокая вытяжка из сравнительно тонкого материала. Для первой вытяжки при <math>S = (0,001 \div 0,02)D</math> и <math>d_1 = (0,45 \div 0,6)D</math>. Для второй вытяжки при <math>S = (0,001 \div 0,02)D</math> и <math>d_2 = (0,70 \div 0,8)d_1</math>. Примечание. Для прессов простого действия применяется обратное расположение рабочих частей штампа.</p>

# Слайд № \_\_ Способы вытяжки ч.2

<i>Способ вытяжки</i>	<i>Схема вытяжки</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Область применения</i>
<p><i>Обратная вытяжка (с выворачиванием)</i></p>		<p>1 - вытяжной пуансон; 2 - пуансон-матрица; 3 - вытяжная матрица; 4 - выталкиватель</p>	<p><i>Сдвоенная вытяжка, а также вытяжка двустенных полых деталей</i></p>
<p><i>Вырубка и вытяжка комбинированными штампами</i></p>	 <p><i>На прессе двойного действия      На кривошипном прессе</i></p>	<p>1 - вытяжной пуансон; 2 - вырубная матрица; 3 - вытяжная матрица; 4 - вырубной пуансон; 5 - пуансон матрица; 6 - пружина; 7 - выбрасыватель</p>	<p><i>Изготовление полых деталей небольших и средних размеров на прессах простого и двойного действия</i></p>



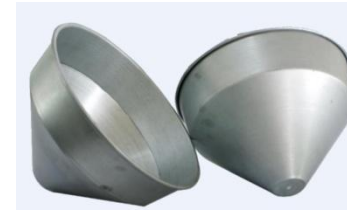
# Слайд № \_\_ Способы вытяжки ч.3

Способ вытяжки	Схема вытяжки	Обозначение	Область применения
<p>Многопозиционная вытяжка в ленте</p>		<p>1 - вырубной пуансон; 2 - вытяжные пуансоны; 3 - матрица; 4 - выталкиватель; 5 - прижим</p>	<p>Изготовление небольших деталей (<math>d &lt; 100</math> мм) типа колпачков, крышек, пустотелых заклепок и т.п. В случае глубоких вытяжек применяется надрезка ленты, а для мелких - штамповка в целой ленте</p>
<p>Вытяжка с утонением (прогяжка)</p>		<p>1 - протяжной пуансон; 2 - протяжное кольцо (матрица); 3 - фиксатор</p>	<p>Изготовление весьма глубоких изделий (гильз, сифонов, стаканов и т.п.) с неодинаковой толщиной стенок и дна <math>S = (0,24 \dots 0,05) S_0</math>. Рекомендуется применение одновременной вытяжки через несколько дней</p>
<p>Комбинированная вытяжка</p>		<p>-</p>	<p>Изготовление небольших деталей при одновременном уменьшении диаметра и толщины стенки</p>

# Другие методы и способы вытяжки

- 1) с местным подогревом и охлаждением заготовки;
- 2) резиной и полиуретаном;
- 3) гидравлическая и гидромеханическая;
- 4) формовка на листоштамповочных молотах;
- 5) на гидравлических прессах;
- 6) Ротационная вытяжка.

# Виды продукции, получаемой методом ротационной вытяжки



# Расчет размера заготовки

При вытяжке без утонения стенок изменением толщины материала обычно пренебрегают. Размеры заготовки определяют из равенства поверхностей заготовки и изделия, учитывая припуск на обрезку

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{дет}}$$

Заготовка для деталей, имеющих форму тел вращения, представляет собой круг, поэтому условие постоянства поверхности при постоянной толщине заготовки может быть представлено в виде:

$$\frac{\pi}{4} D_{\text{заг}}^2 = F_{\text{дет}}$$